

# CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM COMO ESTRATÉGIA PARA OTIMIZAR O MANEJO DAS PASTAGENS

*Ricardo Andrade Reis<sup>1</sup>, Andréia Luciane Moreira<sup>2</sup>*

## **I - Introdução**

A conservação de forragem é uma prática fundamental quando se adota o manejo intensivo das pastagens. A manutenção da oferta de forragem de alta qualidade durante todo o ano, garante o atendimento do requerimento animal e permite aumentar a eficiência da utilização das pastagens diminuindo o risco de degradação das mesmas em decorrência do superpastejo, muitas vezes registrado durante o período de crescimento restrito das forrageiras de clima tropical.

A ensilagem e a fenação são as principais formas de conservação de forragem empregadas pelos pecuaristas, não podendo ser considerados sistemas antagônicos, e sim complementar, pois o alimento produzido apresenta características distintas.

De maneira geral a ensilagem é mais utilizada no Brasil, pois envolve o uso de máquinas mais simples, com custo mais baixo, quando comparado à fenação.

No processo de ensilagem a forragem é fermentada anaerobiamente por bactérias produtoras de ácido lático presentes na forragem. A preservação depende de pH baixo o suficiente para inibir o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* e outros microrganismos anaeróbios, e de condições anaeróbias que inibam o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, tais como leveduras e fungos.

Na fenação, a forragem é desidratada de tal forma que permanece biologicamente inativa com respeito a atividade enzimática da planta e dos microrganismos. O baixo conteúdo de umidade dos fenos permite que este seja transportado e comercializado em função do reduzido peso em relação a unidade de matéria seca (MS). A fenação é a principal prática de conservação nas regiões onde ocorrem condições apropriadas para a secagem. Contudo, ela pode também ser usada em locais de maior precipitação onde a ensilagem é considerada de difícil adoção devido às características da forragem, alta temperatura ou tradição.

---

<sup>1</sup> Professor da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Pesquisador do CNPq. E-mail: [rareis@fcav.unesp.br](mailto:rareis@fcav.unesp.br)

<sup>2</sup> Doutoranda da FCAV/UNESP – Jaboticabal – SP, Bolsita da FAPESP. E-mail: [aluciane@fcav.unesp.br](mailto:aluciane@fcav.unesp.br)

Em relação aos sistemas de conservação (Figura 1), é importante destacar que a desidratação da cultura e o tempo de secagem aumentam as perdas por respiração e a chance de ocorrência de chuvas durante a permanência da forragem no campo. Perdas mecânicas também podem ser altas, quando se manuseia a forragem mais seca utilizando ancinhos. De maneira inversa, as perdas no armazenamento geralmente diminuem com o incremento no conteúdo de MS da forragem, particularmente em fenos (MUCK e SHINNES, 2001).

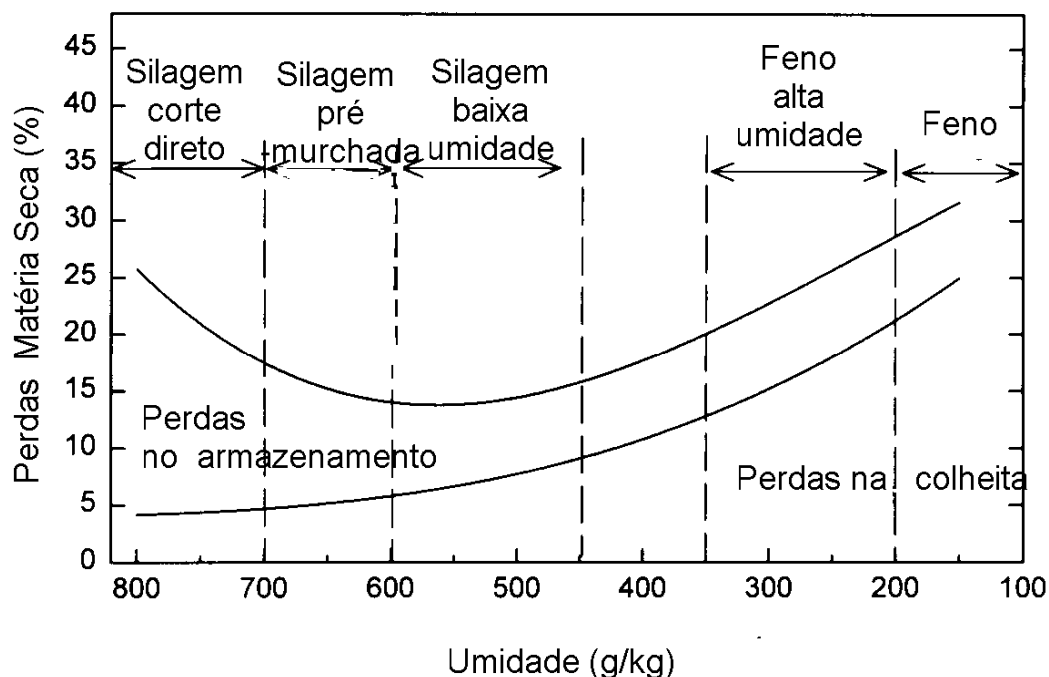


Figura 1. Perdas no campo e armazenamento no processo de conservação de forragens.  
Fonte: Hoglund, citado por COLLINS, 1995.

Por outro lado, as perdas no armazenamento para as silagens são mais altas do que o observado para fenos secos adequadamente (Figura 1). As perdas na ensilagem são mais dependentes do tipo de silo e do manejo sendo influenciado pelo conteúdo de MS da silagem (Figura 1).

O objetivo desta revisão é de relatar os fatores que interferem na qualidade de forrageiras conservadas na forma de silagem e de feno.

## II – Silagem

### 1- Alterações na composição química da planta

Após o estabelecimento das condições anaeróbias dentro do silo, a fase de fermentação ativa se inicia (Figura 2). De acordo com VAN SOEST (1994) o tempo de fermentação depende, principalmente, do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do teor de umidade da forragem, ficando normalmente entre 10 e 14 dias. Os microrganismos anaeróbios que se desenvolvem na silagem fermentam hexoses (glicose e frutose) e pentoses (ribose e xilose), produzindo etanol, ácidos graxos voláteis (AGV), ácido lático e CO<sub>2</sub>.

Na Figura 2 estão ilustradas as diferentes fases bioquímicas e microbiológicas observadas durante o processo de fermentação, desde o enchimento do silo até a fase de fornecimento aos animais.

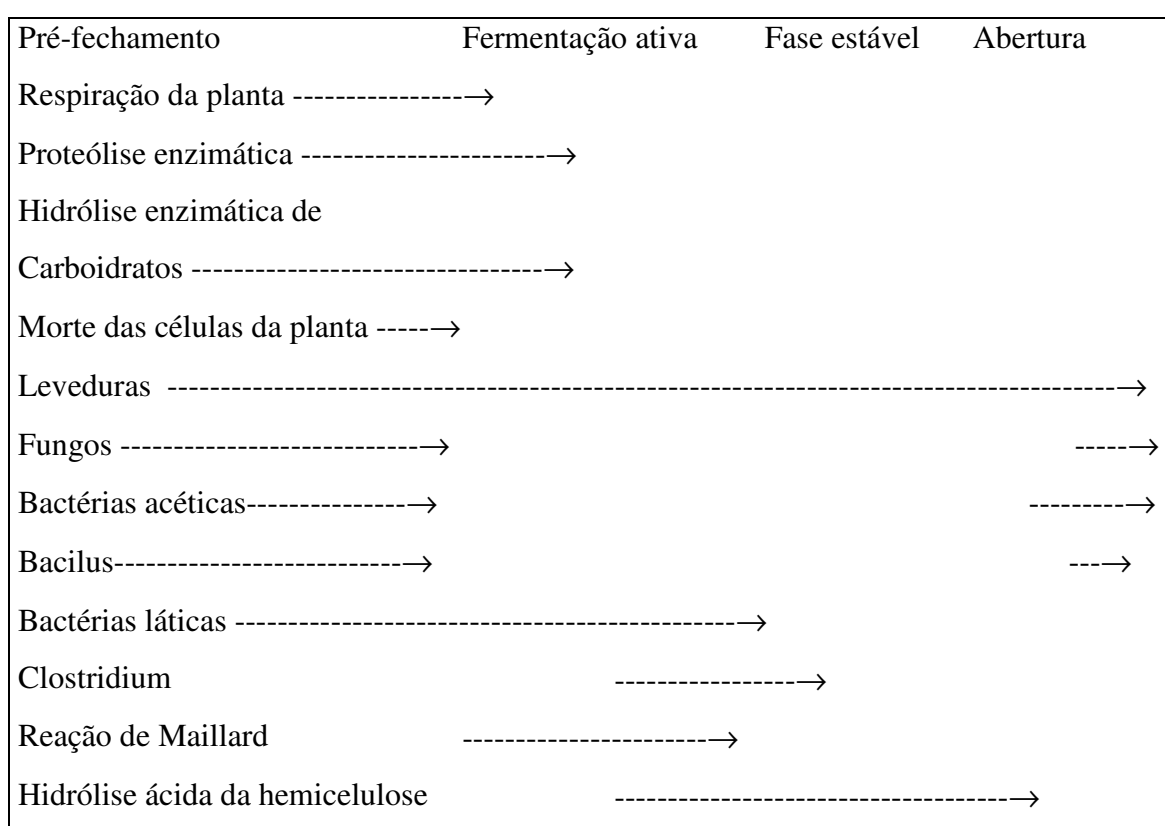


Figura 2. Principais fases e atividades das plantas, microrganismos e processos químicos observados durante a ensilagem.

Fonte: ROTZ e MUCK, 1994.

Enterobactérias e bactérias produtoras de ácido lático (homofermentativas), normalmente dominam todos os outros microrganismos nos primeiros dias (1 a 3 dias) após o fechamento do silo. Quando os valores de pH caem abaixo de 5,0, a população de enterobactérias diminui rapidamente, predominando as bactérias produtoras de ácido lático (Figura 3). As enterobactérias produzem ácido acético, enquanto as láticas produzem ácido lático (WOOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991). Outros produtos formados pela ação

deste grupo de bactérias incluem: etanol, 2,3-butanodiol, ácido succínico, ácido fórmico e manitol (McDONALD et al., 1991). As bactérias lácticas crescem ativamente pôr 1 a 4 semanas, baixando o pH, normalmente para valores entre 3,8 a 5,0, dependendo do conteúdo de umidade da cultura, capacidade tampão e conteúdo de açúcar (Figura 3).

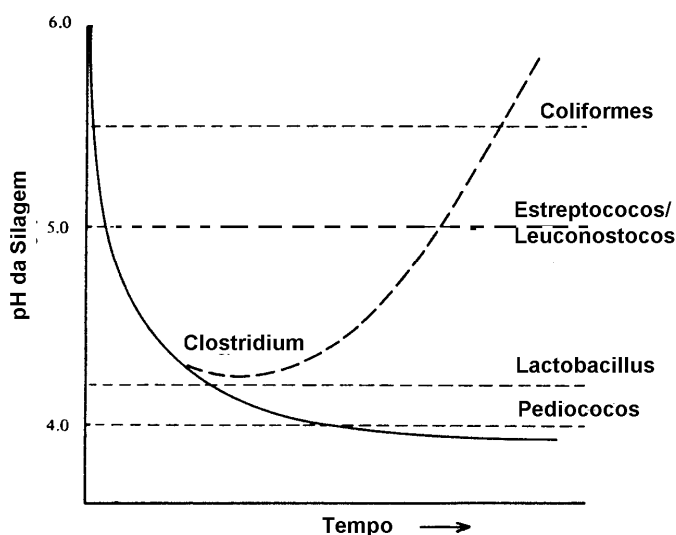


Figura 3. Mudanças qualitativas da microflora na silagem durante o processo de fermentação

Fonte: WOOLFORD, 1984

Uma vez que os valores de pH tenham caído significativamente, para inibir o crescimento de microrganismos, ou o substrato tenha se exaurido, as bactérias lácticas tornam-se inativas e sua população diminui lentamente (ROTZ e MUCK, 1994).

O terceiro e mais importante grupo de bactérias anaeróbias (*Clostridium*) tem efeito pronunciado na qualidade da silagem, se os valores de pH não são suficientemente baixos (Figura 3). Este grupo estritamente anaeróbio fermenta açúcares, ácido lático e aminoácidos produzindo ácido butírico e aminas. Este tipo de fermentação representa significativa perda de matéria seca, e estes produtos da fermentação reduzem a palatabilidade das silagens, decrescendo o consumo de MS, e conseqüentemente o desempenho animal.

A preservação da forragem no silo normalmente depende da atividade das bactérias lácticas, as quais fermentam açúcares produzindo ácido lático e outros produtos. Isto ocorre de maneira extremamente consistente, uma vez que as bactérias lácticas ocorrem em baixa quantidade na forragem (<0,1%) da população naturalmente encontrada (MUCK e SHINNES, 2001).

Tem-se que as bactérias lácticas apresentam características que ajudam no seu desenvolvimento no silo, podendo-se destacar: tolerância a ampla variação na pressão osmótica, pH mais ácidos, níveis de oxigênio e temperatura. Elas tendem a crescer rapidamente e produzem compostos que inibem as demais (Figura 3).

É muito importante o controle do desenvolvimento de bactérias indesejáveis pela concentração de ácidos não dissociados. Lindgreen citado por MUCK e SHINNES (2001) observou que concentração de 10 mM e 6 mM de ácido láctico não dissociado inibiu o desenvolvimento de *Enterobacterias* sp. e *Clostridium tyrobutyricum*, respectivamente, em silagens de diferentes pH.

Deve-se salientar que em decorrência do abaixamento do pH, pode-se observar a hidrólise ácida da hemicelulose acarretando diminuição nos teores de constituintes da parede celular e aumento de açúcares solúveis, notadamente xilose (WOOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991).

## **2 – Atividade enzimática da planta**

A composição química da forragem sofre alterações durante a fase de fermentação devido a atividade das enzimas da planta, respiração da planta e dos microrganismos e fermentação (ROTZ e MUCK, 1994). A respiração, quer seja desenvolvida pela planta ou microrganismos remove as partes mais digestíveis da forragem, sendo responsável pela maior parte das perdas durante o armazenamento. Este processo pode ser controlado pela eliminação do oxigênio disponível dentro do silo através da compactação (MUCK e SCHINNES, 2001).

A segunda atividade mais importante é aquela relativa a proteólise resultando na produção de nitrogênio não proteico solúvel (NNP). Se as dietas contendo silagens ricas em NNP não forem adequadamente balanceadas com fontes de energia prontamente degradáveis, pode se observar conversão do NNP em amônia, que será absorvida na parede do rúmen, sendo transformada em uréia e a seguir eliminada na urina (MUCK e SHINNES, 2001).

A quantidade de proteólise durante a ensilagem em muitas leguminosas e gramíneas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> pode ser razoavelmente explicada pelo conteúdo total de N e de MS, onde se observa elevação quando se aumenta os teores de N e diminui quando se eleva a MS (MUCK, 1996).

De acordo com WOOLFORD (1984), ROTZ e MUCK (1994) durante o processo de ensilagem, as enzimas liberadas pela ruptura das células, em função do corte da forragem, hidrolisam as moléculas de proteína produzindo peptídeos e aminoácidos livres, e as de carboidratos (amido, celulose, hemicelulose e pectina) até açúcares simples. A ruptura das

células fornece o substrato para microrganismos como leveduras, fungos e bactérias aeróbias e anaeróbias.

A proteína bruta (PB) das forragens frescas é composta de 20 a 30% de NNP, de 60 a 70% de proteína verdadeira, e de 4 a 15 % de N indisponível (NIDA). Toda a forrageira ensilada apresenta proteína indisponível como resultado da fisiologia da planta e do processo de fermentação (MUCK e SHINNES, 2001).

Segundo MUCK (1996), em ambiente anaeróbio muitas células das plantas podem romper-se em poucas horas e liberar enzimas, incluindo proteases e hemicelulase. A atividade das proteases da planta e dos microrganismos são reduzidas em pH inferior a 4,0. No entanto, como a maior atividade ocorre nas primeiras 48 horas após a ensilagem, o controle da proteólise é difícil, exceto com uso de aditivos ácidos.

As enzimas proteolíticas das plantas podem reduzir a qualidade da forragem pela hidrólise das proteínas, com conseqüente aumento do NNP (amônia, nitrato, nitrito, aminoácidos livres, aminas e peptídeos). A transformação da proteína bruta para amônia e aminas é também largamente causada pela atividade microbiana na ensilagem. Estima-se que mais de 50% da PB pode ser degradada por essas rotas. De acordo com WOOLFORD (1984), uma ação prolongada das enzimas pode elevar os teores de nitrogênio solúvel para mais de 50% em relação ao nitrogênio total. Isso, seguramente, contribui para o aumento das perdas de nitrogênio por lixiviação em forragens com alto teor de umidade.

Os fatores de maior importância que influenciam a extensão da degradação das proteínas pelas enzimas das plantas são o teor de MS, a presença de O<sub>2</sub>, o pH e a temperatura. Uma rápida desidratação da forragem diminui a proteólise em razão de inativar as proteases. Além disso um rápido declínio do pH da forragem ensilada promove a desnaturação das proteases diminuindo a sua atividade. Estas enzimas são mais ativas em pH entre 6,0 e 7,0 onde sua atividade pode continuar a uma taxa bastante reduzida em pH abaixo de 4,0 (McDONALD et al., 1991). Além das proteases tem-se com o abaixamento do pH o decréscimo na atividade da amilase, celulase e hemicelulase (WOOLFORD, 1984).

Os açúcares solúveis são os principais substratos utilizados no processo de respiração, portanto pode-se assumir que durante a fase aeróbia de ensilagem alterações nesta fração podem ocorrer. Os principais componentes da fração de açúcares solúveis são a sacarose, a glicose e a frutose. Imediatamente após a ensilagem, ambos, sacarose e frutose, são rapidamente hidrolisadas para glicose e frutose as quais são utilizadas no processo de fermentação (WOOLFORD, 1984).

### 3 – Estabilidade aeróbia da silagem (Pós-fermentação)

A estabilidade da silagem é determinada pela fermentação aeróbia (pós-fermentação) que ocorre após a abertura do silo. A pós-fermentação será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido láctico residuais. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos envolvidos no processo, são os ácidos, o etanol e os açúcares solúveis, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia (MUCK e SHINNES, 2001).

A deterioração aeróbia da silagem está associada principalmente, com o desenvolvimento de fungos e leveduras. Segundo MUCK et al. (1991) e RUIZ e MUNARI (1992) o processo inicia-se com leveduras, que transformam os açúcares em álcool. Esses microrganismos apresentam alta resistência as variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. Particularmente as leveduras *Candida krusei*, *Pichia fermentans* e *Hansenula anomala* são iniciadoras do processo de deterioração da silagem. Em uma etapa subsequente bactérias (*Bacillus cereus*, *B. firmes*, *B. lentus* e *B. sphaericus*) podem estar envolvidas no processo de deterioração.

De acordo com PITT et al. (1991) e PHILLIP e FELLNER (1992) a temperatura, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens. O aumento na temperatura e no pH após a exposição da silagem ao ar, queda no teor de carboidratos solúveis e baixa concentração de ácido láctico são importantes indicadores da deterioração da massa ensilada. Em temperaturas inferiores a 10<sup>0</sup>C e superior a 40<sup>0</sup>C, a silagem poderá apresentar maior estabilidade pela inibição no crescimento de fungos. Todavia, as temperaturas intermediárias favorecem uma alta taxa de crescimento dos mesmos (MUCK e SHINNES, 2001).

Silagens, que na abertura do silo, apresentam contagem de 10<sup>6</sup> UFC (Unidade Formadora de Colônia) de leveduras/grama de silagem podem em dois ou três dias atingir 10<sup>9</sup> UFC/grama sendo consideradas de baixa estabilidade (PITT et al., 1991).

Um aspecto importante a ser considerado é a presença de patógenos e de toxinas nas silagens, resultando em risco de contaminação dos animais e humanos. A *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e humano, podendo causar listeriose, meningite, encefalite, septicemia, endocardite, aborto, abscessos e lesões purulentas. Esta

bactéria esta presente no solo e na planta a ser ensilada. Geralmente a listéria não é um problema em silagens bem fermentadas. O pH abaixo de 4,5 a 5,0 normalmente inibe esta bactéria (Fenlon e Wilson, citado por MUCK e SHINNES, 2001), e da mesma forma baixos níveis de ácidos não dissociados. Contudo, tem sido observado aumento na incidência de listéria em silagens conservadas em fardos envoltos em filme plástico. A maior área de superfície por volume nos fardos envoltos em filmes plásticos e fermentação deficiente, provavelmente contribuem para a maior proporção de silagem exposta ao oxigênio e tem pH elevado.

A bibliografia dos dez últimos anos sobre o assunto mostra que a contaminação com listéria ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo onde há alterações na conservação da silagem. Portanto, a eliminação dessa silagem mal conservada, no momento de fornecer aos animais, pode evitar problemas de contaminação não só com a listéria mas também com outros microrganismos, como por exemplo fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos (ROBERTS, 1995, MUCK e SHINNES, 2001).

A concentração de bactérias acéticas é baixa em silos de laboratório, contudo são comuns em grandes silos. Por outro lado, a ocorrência de leveduras varia substancialmente, talvez devido a composição de gases da silagem, conteúdo de açúcar ou outros fatores.

*Escherichia coli* é uma outra espécie de bactéria que causa preocupação, particularmente a linhagem 0157:H7 a qual é patógena para humanos. Muitos microrganismos produzem toxinas, sendo que vários grupos de bactérias lácticas produzem bacteriotoxinas, as quais tipicamente inibem outras bactérias e conferem às primeiras vantagens na competição.

As leveduras e as bactérias produtoras de ácido acético são as iniciadoras do processo de deterioração aeróbia durante o descarregamento dos silos. Fungos e bactérias (*Bacillus*) tem menor probabilidade de iniciarem a deterioração aeróbia devido ao lento crescimento dos mesmos e a inibição de *Bacillus* em função do baixo pH das silagens (ROBERTS, 1995).

Os fungos mais comuns encontrados em silagens são os do gênero *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. Estes fungos necessitam de temperatura acima de zero, umidade acima de 20% e de oxigênio para se desenvolverem (MUCK e SHINNES, 2001). Todavia, a produção de toxinas, geralmente não ocorre nas mesmas condições observadas para crescimento dos fungos. Por exemplo, para a produção de aflatoxina, os fungos do gênero *Aspergillus* requer temperatura acima de 30°C e alta umidade. Por outro lado, *Fusarium* produzem toxinas em temperaturas mais amenas (7 a 24°C).



Também com relação ao desenvolvimento de fungos, deve-se tomar cuidado especial pois uma série de esporos potencialmente patogênicos podendo causar doenças nos animais e nos tratadores, como por exemplo a ocorrência de aspergilose (ROBERTS, 1995).

#### 4 - Fatores que afetam na fermentação

Uma decisão importante a ser tomada no processo de ensilagem é a determinação do conteúdo de MS da planta a ser ensilada. O conteúdo de MS influencia os problemas potenciais que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Silagens com menos de 30% de MS (Figura 4), podem apresentar altas quantidades de efluentes e fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas apreciáveis. Em forragem mais secas (particularmente acima de 50% de MS), as perdas podem ser altas durante o murchamento devido a precipitação e danos mecânicos. Durante o armazenamento, em função da ação de microrganismos aeróbios observa-se aquecimento resultando em alterações químicas (Figura 1).

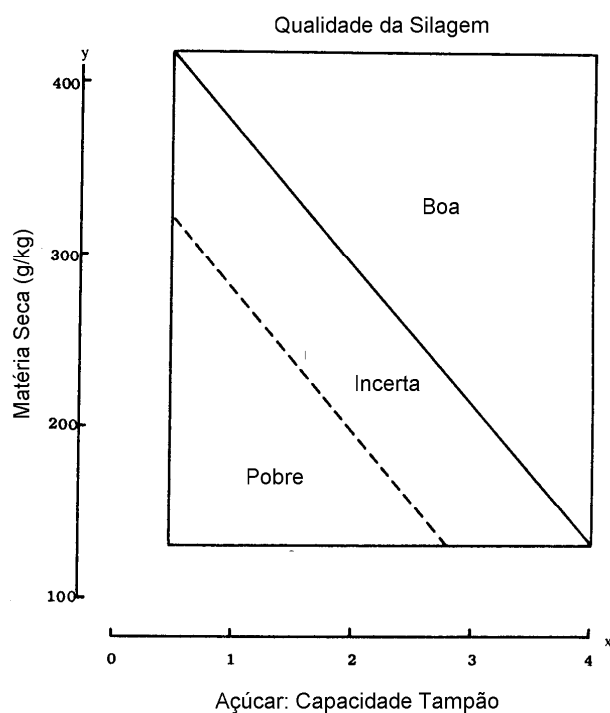


Figura 4. Relação entre conteúdo de matéria seca e proporção açúcar: capacidade tampão e seus efeitos na qualidade final das ensilagens.

Fonte: Weissbach et al., citado por WOOLFORD, 1984.

O sucesso na conservação de gramíneas e leguminosas na forma de silagem é muitas vezes dependente do conteúdo de matéria seca (MS), da quantidade de carboidratos prontamente fermentáveis e do poder tampão, presentes na forragem (Figura 4). Fatores como a composição quantitativa e qualitativa da microflora, açúcares solúveis e nitrato, tem influencia na qualidade da silagem, mas podem ser considerados insignificantes em comparação com o total de carboidratos solúveis, capacidade tampão e conteúdo de matéria seca.

Segundo WOOLFORD (1984) a relação entre estes fatores pode ser representada pela equação:  $y = 450 - 80x$ , onde  $y$  corresponde ao conteúdo de MS (g/kg) e  $x$ , a relação entre açúcares solúveis e capacidade tampão. Esta relação mostra que não somente os teores de  $N-NH_3$  e de nitrato é que determinam o processo de fermentação resultando em silagem de melhor ou pior qualidade (Figura 4). Se a concentração de carboidratos é suficientemente alta, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias homofermentativas, permitindo a conservação da forragem no meio ácido devido a produção de ácido láctico (WOOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991).

De acordo com a Figura 4, se a concentração de carboidratos solúveis é alta e o poder tampão é baixo, pode-se obter silagens de boa qualidade mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS. Por outro lado, quando se observa situação inversa, somente se produz silagens de boa qualidade quando o conteúdo de MS é alto. Nesta situação, tem-se a inibição da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* mediante o efeito da pressão osmótica.

Em termos de ensilagem, pode-se considerar o milho como uma planta ideal, em função do seu alto conteúdo de MS, baixa capacidade tampão e adequadas quantidades de açúcares solúveis, satisfatórios para o processo de fermentação láctica. Contudo, inúmeras plantas podem ser usadas no processo de ensilagem, destacando-se o sorgo, gramíneas anuais de inverno, leguminosas forrageiras e também os capins de clima tropical. Deve-se considerar que nem todas as plantas apresentam características favoráveis ao processo de fermentação, todavia em decorrência de fatores como elevada produção de matéria seca, disponibilidade em épocas específicas fazem com que sejam utilizadas para produção de silagens.

Em princípio, qualquer espécie forrageira, anual ou perene, pode ser ensilada. A ensilagem, porém, é basicamente um método de preservação do valor nutritivo da planta forrageira e não um método para melhorá-lo, podendo às vezes ocorrer decréscimo no mesmo.

Assim, a ensilagem da planta com conteúdo de MS variando de 40 a 50% (Figura 4) proporciona resultados satisfatórios, podendo obter silagens mais úmidas (30 a 40% de MS) em silos horizontais, e, mais secas (40 a 50% de MS) em silos tipo torre. Tal faixa de umidade

minimiza o potencial para fermentação indesejável (*Clostridium*), produção de efluentes e propicia ainda baixa porosidade acarretando diminuição na atividade de microrganismos aeróbios, reduzindo assim as perdas durante o armazenamento e fornecimento aos animais (MUCK e SHINNES, 2001). O valor mínimo de MS para silagens conservadas em fardos envolvidos em plástico é de aproximadamente de 22 a 25% de MS (Davies e Nicholson, citados por MUCK e SHINNES, 2001), para silos trincheira é de 28 a 30% (Bastiman, citados por MUCK e SHINNES, 2001) e para silos tipo torre de 30 a 45%, aumentando com a altura e largura dos silos (PITT e PARLANGE, 1987). Os efluentes contém alta concentração de compostos solúveis como N, açúcares, produtos da fermentação e minerais (ROTZ e MUCK, 1994). Como consequência, perdas por efluentes pode resultar em diminuição no valor nutritivo e riscos de contaminação ambiental se a silagem não for bem manejada. A presença de bactérias do gênero *Clostridium* resulta em ambos, aumento na perda de MS e diminuição na palatabilidade do alimento. Em situações mais severas, silagem com fermentação clostridica acentuada pode causar problemas de saúde aos animais. A chave para inibir o crescimento deste grupo de bactérias é o rápido abaixamento do pH. O valor crítico para se atingir este objetivo varia com o tipo de cultura e seu conteúdo de MS. Com gramíneas de clima temperado e leguminosas, a fermentação clostridica é controlada se o conteúdo de MS da cultura é de 25 a 35%. Contudo este valor pode variar substancialmente em função das condições de crescimento (temperatura, umidade e radiação solar) e chuvas durante o emurhecimento.

## **5 – Utilização de aditivos**

### **5.1 – Aditivos para ensilagem**

Quando a forrageira não apresenta condições ideais para ser ensilada (baixo teor de MS e/ou baixo carboidratos solúveis e elevada capacidade tampão) pode-se fazer uso de aditivos que favoreçam o processo fermentativo. Os aditivos têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo favorecendo a conservação, e, melhorar o valor nutritivo.

Uma ampla variedade de aditivos podem ser usados na ensilagem. Os principais incluem inoculantes bacterianos, enzimas e nitrogênio não protéico (NNP).

### 5.1.1 – Inoculantes Microbianos

A eficiência de utilização de inoculantes microbianos depende da quantidade de carboidratos solúveis e anaerobiose. Quando o carregamento do silo é demorado favorece o desenvolvimento de bactérias indesejáveis em prejuízo das bactérias produtoras de ácido láctico. O uso do inoculante bacteriano promove aumento na taxa de fermentação (maior relação ácido láctico/acético), diminuindo a proteólise e a deaminação da proteína da forragem, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e, em consequência, maior retenção de nutrientes na silagem (HENDERSON, 1993). A maioria dos produtos comerciais incluem *Pediococcus* e/ou *Streptococcus*, os quais têm sua atividade em pH entre 5,0 e 6,5, e estirpes de Lactobacilos homofermentativos que são mais efetivos na produção de ácido láctico em pH mais ácido (Figura 3).

De acordo com ROTZ e MUCK (1994) os aditivos mais usados nos EUA são os inoculantes bacterianos com objetivo de aumentar a população de bactérias lácticas. Para a seleção de bactérias tem-se como critérios principais, seu rápido crescimento e serem homofermentativas.

Com relação aos efeitos dos inoculantes sobre a qualidade das silagens, tem-se observado na prática a redução nas perdas de MS, com pequeno efeito sobre os teores de proteína verdadeira, resultando em menor concentração de  $\text{NH}_3$ . Durante o processo de fermentação o teor dos constituintes da parede celular praticamente não é afetado. Segundo MUCK (1996) rápido abaixamento do pH, devido ao uso de inoculantes, pode reduzir a quebra enzimática da hemicelulose, enquanto que o pH baixo pode aumentar a hidrólise ácida da mesma, levando a um equilíbrio.

O uso de inoculantes microbianos tem mostrado pequeno efeito positivo sobre o desempenho animal. De acordo com MUCK (1996), dos produtos da fermentação, o ácido láctico é melhor utilizado pelos microrganismos do rúmen, o que poderá levar a um pequeno aumento na produção de proteína microbiana, enquanto que o acético é absorvido diretamente pela parede ruminal. O autor destaca também que existe alguma evidência de que o ácido acético e o etanol podem ter efeito negativo sobre a palatabilidade e ingestão, e que pequenas variações na forma do N (menos  $\text{NH}_3$  e mais proteína verdadeira) poderá melhorar a retenção de nitrogênio pelo animal.

Os inoculantes podem inibir o crescimento de outros microrganismos na silagem, inibir a produção de toxinas e ter um efeito positivo sobre o ambiente ruminal. De acordo com

ROTZ e MUCK (1994) resultados de um grande número de experimentos realizados entre 1985 e 1992, revelam que houve melhora na fermentação em 40% das silagens de milho, 75% das silagens de alfafa e 71% para silagens de outras gramíneas. Como média de todos os experimentos a performance animal aumenta na ordem de 2 a 4%, dependendo do parâmetro avaliado (ganho de peso, produção de leite, ingestão, eficiência do alimento).

O principal enfoque na indústria de inoculantes é a busca de produtos a base de bactérias homofermentativas. Contudo, uma linhagem de bactéria heterofermentativa (*Lactobacillus buchneri*), tem-se mostrado promissora em aumentar a estabilidade aeróbia das silagens devido a produção de ácido acético que pode inibir as leveduras (Driehuis et al. Citado por MUCK e SHINNES, 2001).

Inoculantes microbianos nem sempre funcionam da maneira esperada, sendo a principal causa a competição com a população natural de bactérias láticas. Se a população de bactérias láticas é suficientemente maior do que o número aplicado, é difícil para as bactérias introduzidas superarem as existentes na forragem (MUCK, 1996).

### **5.1.2 – Enzimas que degradam a parede celular**

Muitos produtos a base de enzimas, misturas de celulase, hemicelulase e pectinase são usados com o propósito de reduzir o conteúdo de fibra das silagens, aumentando a quantidade de açúcares solúveis disponíveis para a fermentação. Da mesma forma pode se usar amilase para degradar o amido e aumentar o conteúdo de açúcares (WOOLFORD, 1984).

O uso de enzimas que degradam a parede celular como aditivo na silagem têm sido considerado sob dois pontos de vista: primeiro, como um meio de aumentar a disponibilidade de carboidratos solúveis (CS) como substrato para as bactérias láticas (BAL); segundo, como um método de aumentar a digestibilidade da matéria orgânica (MO) da forragem (HENDERSON, 1993). Entretanto, segundo esse autor, em vários experimentos com animais consumindo silagens tratadas, não observou aumento significativo na digestibilidade.

A análise de trabalhos conduzidos a partir de 1985 (Muck e Bolsen, citados por ROTZ e MUCK, 1994) evidencia que a utilização destes produtos reduziu o conteúdo de FDN e de FDA em 80% das pesquisas com gramíneas e em 40% nos estudos conduzidos com alfafa. No entanto, segundo VAN SOEST (1994), a fração FDN da forragem nem sempre é reduzida. Porém, quando há aumento na disponibilidade de CS pode promover elevação na fermentação lática. No entanto, o acúmulo de CS, que podem ser os oligosacarídeos pobremente utilizados pelas BAL, irão favorecer a fermentação ruminal. Somando-se a isto, as bactérias que

degradam a parede celular aumentam a taxa inicial de fermentação (reduz o lag-time), mas não a extensão da fermentação. O aumento da eficiência de fermentação total no rúmen pode ser esperada como resposta a disponibilidade de CS e redução do tempo de colonização, em função da utilização de CS que podem permanecer na silagem (VAN SOEST, 1994).

### **5.1.3 – Aditivos estimulantes da fermentação**

Os aditivos estimulantes da fermentação aumentam a produção de ácido láctico, minimizando as perdas de MS, resultando um pH final baixo. Os carboidratos aumentam a relação açúcar:proteína, provavelmente reduzindo a hidrólise da proteína. Segundo Muck e Bolsen, citados por ROTZ e MUCK (1994) o uso de inoculantes tem sido favorável em aproximadamente 2/3 dos trabalhos, conduzidos a partir de 1985 com gramíneas e leguminosas. Em relação às silagens de milho e de sorgo, os autores afirmam que os benefícios do uso de aditivos foi observada em metade dos trabalhos conduzidos no mesmo período. Tal fato, evidencia a alta concentração de bactérias lácticas no milho, comparado com outras plantas, por exemplo, como a alfafa ou gramíneas forrageiras.

Atualmente, tem-se a intensa utilização de polpa cítrica e fubá como aditivos para ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais. Todavia, deve-se analisar os aspectos relacionados com o custo, uma vez que a eficiência no processo de fermentação é comprovada.

## **6 – Considerações Finais**

A conservação de forragens como silagem envolve processos bioquímicos e microbiológicos complexos, da colheita até a sua utilização na alimentação animal. Quando a forrageira não apresenta características adequadas para ser ensilada pode-se fazer uso de aditivos para melhorar o processo fermentativo e reduzir as perdas. No entanto, a espécie forrageira ensilada pode interferir na eficiência do aditivo. Os principais aspectos são os teores de matéria seca e de açúcares solúveis e a capacidade tampão, principais determinantes do padrão de fermentação na ensilagem.

O benefício do uso de aditivos em silagens deve ser avaliado considerando-se o desempenho animal e não somente o padrão de fermentação ocorrido no silo. Sabe-se que a qualidade da conservação tem efeito positivo sobre a ingestão, o que parece estar ligado a uma melhor palatabilidade da silagem. Vale lembrar que a eficiência de conservação varia

geralmente em sentido inverso a quantidade de produtos da fermentação como  $N-NH_3$  e os ácidos acético, propiônico e butírico.

Concluindo-se destaca-se que para maximizar a ingestão de forragem conservada deve-se otimizar a época de colheita e as práticas de conservação, incluindo o uso de aditivos, quando necessário.

### **III – Feno**

#### **1 – Introdução**

O feno é um dos mais versáteis sistemas de conservação de forragem, pois desde que protegido adequadamente durante o armazenamento, apresenta as seguintes vantagens:

- Pode ser armazenado por longos períodos com pequenas alterações no valor nutritivo;
- Várias espécies forrageiras podem ser usadas no processo;
- Pode ser produzido e utilizado em grande e pequena escala;
- Pode ser colhido, armazenado e fornecido aos animais manualmente ou num processo inteiramente mecanizado;
- Pode atender o requerimento nutricional de diferentes categorias animal.

As operações envolvidas no processo de fenação incluem a implantação da cultura, aplicação de fertilizante, corte, revolvimento da forragem, enleiramento, enfardamento, recolhimento e armazenamento dos fardos.

Para a produção de um feno de alto valor nutritivo algumas condições básicas devem ser observadas:

- Condições climáticas apropriadas para a secagem no período de corte;
- Colheita da forragem no estágio de desenvolvimento onde é máximo o valor nutritivo;
- Corte de uma quantidade de forragem que possa ser manuseada com base nos equipamentos e mão de obra disponíveis;
- Avaliação da fertilidade do solo e aplicação de fertilizantes para atender a demanda em relação a produção e qualidade da forragem;
- Controle de plantas invasoras;
- Enfardar o feno quando a umidade atingir 18% e armazenar em local apropriado.

## 2 – Processo de desidratação da forragem

A forragem ao ser cortada para fenação contém de 70 a 80% de umidade, isto é 2,3 a 5,6 partes de água para cada parte de MS. Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar, a perda de umidade é intensa nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram separados das raízes, a umidade perdida não é repostada e então começa o murchamento.

Uma vez transformada em vapor, a água se move da planta para o ambiente, seguindo o princípio da difusão da umidade. A difusão é controlada pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície do vegetal e o ambiente, sendo influenciada, principalmente pela temperatura, e a seguir pelo teor de água da planta (ROTZ, 1995).

A curva de secagem das plantas forrageiras apresenta formato tipicamente exponencial (Figura 5), de tal forma que cada unidade adicional de perda de água, requer maior tempo. Embora o padrão de perda de água em condições constantes de ambiente seja uniforme, o período de secagem pode ser convenientemente dividido em duas ou três fases, as quais diferem na duração, na taxa de perda de água e na resistência a desidratação (MACDONALD e CLARK, 1987).

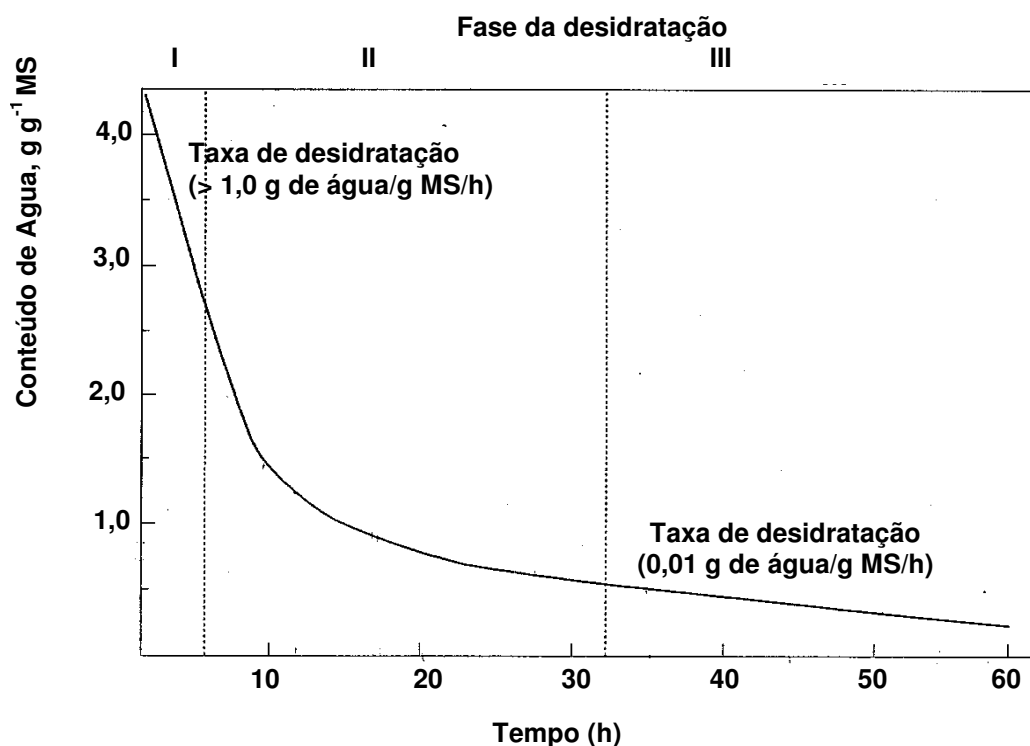


Figura 5. Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes.



## 2.1 – Etapas da secagem

A **primeira etapa** de secagem é rápida e envolve intensa perda de água, durante a qual os estômatos permanecem abertos, e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto. A perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora. Durante o processo de secagem, quando a forragem é enleirada, a progressiva perda de água e o sombreamento, promovem o fechamento dos estômatos, resultando em aumento na resistência à desidratação. Embora, os estômatos se fechem em aproximadamente 1 hora após o corte, ou quando as plantas possuem de 65 a 70% de umidade, de 20 a 30% do total de água é perdido nesta primeira fase da secagem (MAcDONALD e CLARK, 1987).

Numa **segunda fase** de secagem, após o fechamento dos estômatos, a perda de água acontece via evaporação cuticular. Assim, a estrutura das folhas, as características da cutícula e a estrutura da planta afetam a duração desta fase de secagem. A resistência cuticular e a da camada limítrofe do tecido vegetal com o ambiente, tornam-se as principais barreiras a perda de água. Após o fechamento dos estômatos, 70 a 80% da água deverá ser perdida via cutícula, cuja função é de prevenir a perda de compostos da planta pôr lixiviação, de proteção contra a abrasão e dos efeitos da geada e da radiação.

Na **fase final** de secagem, ou seja na terceira etapa, em função da plasmólise, a membrana celular perde a sua permeabilidade seletiva, ocorrendo rápida perda de água. A fase final da secagem, se inicia quando a umidade da planta atinge cerca de 45%, sendo menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar.

## 3 – Fatores que interferem na desidratação

### 3.1 – Fatores climáticos

Os fatores climáticos e o solo constituem o ambiente para a secagem da forragem no campo. As principais variáveis a serem consideradas em relação ao clima são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. As altas correlações entre estas variáveis, torna difícil estabelecer quais os efeitos isolados de cada uma sobre a taxa de secagem (ROTZ, 1995).

A umidade relativa (UR) do ar, é um dos principais fatores ambientais que exerce influência na perda de água da forragem desidratada a campo.

Considerando que o feno é higroscópico, ou seja, absorve água do ambiente, a UR também influencia a umidade de equilíbrio da forragem, a fim de atingir valores adequados para o armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1. Umidade de equilíbrio dos fenos em função da umidade relativa do ar.

Umidade Relativa do Ar (%)	Conteúdo de Umidade do Feno (%)
95	35,0
90	30,0
80	21,5
77	20,0
70	16,0
60	12,5

Fonte: RAYMOND e WALTMAM, 1996

A radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e de leguminosas e conseqüentemente, está associada a taxa de secagem das forrageiras. Além disso, deve-se considerar a influência acentuada da umidade relativa do ar, da evapotranspiração potencial (ETP) ou déficit de pressão de vapor (DPV), da temperatura, dos ventos e da umidade do solo (ROTZ, 1995).

### 3.2 – Fatores inerentes a planta

A superfície das plantas é coberta pôr uma camada de proteção denominada epiderme, cuja camada externa é uma cutícula cerosa que é relativamente impermeável. A função desta cobertura, incluindo a prevenção de danos físico é diminuir as perdas de componentes da planta pôr lixiviação e excessiva perda de umidade. Os estômatos são pequenos orifícios na epiderme, cobrindo de 1 a 3% da superfície da planta, mas 80 a 90% da água que deixa a planta o faz via estas estruturas (ROTZ, 1995, ROTZ e MUCK, 1994).

Os fatores relativos a planta que afetam a taxa de secagem são: conteúdo de umidade inicial, espécie forrageira e características físicas da forragem.

A taxa de secagem apresenta correlação com características morfológicas, principalmente a razão de peso de folhas e relação folha/caule (MADONALD e CLARK, 1987).

Inúmeros fatores relacionadas a estrutura das plantas influenciam a taxa de perda de água, destacando-se: a razão de peso de folha; a relação folha/caule; a espessura do caule; o comprimento do caule; a espessura da cutícula; e, a densidade de estômatos.

Em relação a proporção de caule, é importante considerar que a transferência de água do caule para as folhas é um fator relacionado a velocidade de secagem, principalmente em leguminosas e gramíneas colhidas na fase reprodutiva. A aplicação de tratamentos mecânicos nos caules, como o condicionamento, resulta em altas taxas de secagem, sendo vantajoso, mesmo se a perda de água do caule via folha for reduzida (ROTZ e MUCK, 1994).

### 3.3 – Fatores de manejo

As plantas forrageiras tem características morfofisiológica que demandam diferentes alturas de corte. De maneira geral, os capins de crescimento prostrado como aqueles dos gênero *Brachiaria*, *Cynodon*, *Digitaria* podem ser cortados de 10 a 15 cm, enquanto plantas de crescimento ereto como *Avena*, *Hyparrhenia*, *Panicum* as alturas de corte são de 20 a 30 cm. Em termos de leguminosas, como a alfafa a altura de corte esta relacionada a preservação da coroa, normalmente utiliza-se 8 a 10 cm do nível do solo.

A colheita da forragem com VN adequado, ou seja com elevada proporção de folhas tenras, resulta em leiras mais pesadas do que aquelas de plantas que possuem maior percentagem de caules, desta forma, apresentam maior dificuldade para circulação de ar, aumentando a resistência à perda de água (ROTZ, 1995, ROTZ e MUCK, 1994).

A altura de corte influencia a porção de caule remanescente, determinando a intensidade do contato da forragem com o solo, influenciando a circulação de ar na base da leira. As leiras produzidas pela maioria das segadeiras são compactas e altas, e considerando que a resistência da leira, na fase inicial de secagem é o principal fator que limita a perda de água, a taxa de desidratação pode ser aumentada após o uso dos ancinhos. Assim, a perda de água na segunda fase de secagem pode ainda ser rápida, se esforços forem feitos para reduzir a compactação da leira com viragens e revolvimento através do uso de ancinhos (MOSER, 1995).

O uso freqüente de ancinhos pode ser mais eficiente quando o conteúdo de água da leira varia de 66 a 50%. Durante esta fase, a forragem na superfície seca rapidamente, enquanto dentro da leira a desidratação é lenta. Assim, cada movimentação da leira proporciona condições apropriadas para a secagem. Além disto, com a forragem tornando-se mais leve devido a perda de água, uma nova ação do ancinho propicia leiras mais abertas,

com menor resistência a perda de água. Com o conteúdo de água abaixo de 50% a leira entra em um estágio onde o uso do ancinho não é tão eficiente. Tal fato, ocorre pois nessa fase a taxa de secagem é mais influenciada pela resistência da planta do que pela estrutura da leira. Nessa fase a umidade de equilíbrio entre o ambiente e a planta assume grande importância no processo (ROTZ, 1995, RAYMOND e WALTMAN, 1996).

No processo de secagem da forragem no campo, o topo da leira se desidrata primeiro do que a base. Desta forma, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar a secagem, através do revolvimento da forragem mais úmida colocando-a na camada superior, onde ocorre a secagem mais rápida e também do espalhamento, aumentando a superfície de contato com o ambiente.

MACDONALD e CLARK (1987), observaram taxas de perda de água, na segunda fase, variando de 0,5 para 1%/hora em forragem não virada, aumentando para 2%/hora em área submetida a ação de ancinhos, e de 3%/hora em forragem que sofreu condicionamento e foi virada com ancinho. Perdas de folhas causadas pelo uso de ancinhos varia de 1 a 3% em gramíneas, mas pode atingir valores de até 35% na fenação de leguminosas.

## **4 – Perdas no processo de fenação**

### **4.1 – Perdas durante a secagem da forragem**

Quando uma planta forrageira é cortada, ocorrem alterações fisiológicas que, resultam em perdas inevitáveis de nutrientes.

A forragem permanecendo cortada no campo pode sofrer alterações acentuadas em sua composição química e atividade fisiológica. As atividades fisiológicas ocorrem no protoplasma ou porção viva da planta (simplasto). A porção não viva (apoplasto), tal como a parede celular, uma vez formada, não possui atividade fisiológica intrínseca (MOSER, 1995).

As perdas de nutrientes se iniciam imediatamente após o corte, e algumas alterações bioquímicas, como a respiração e a oxidação são inevitáveis durante a secagem. Desta forma, a remoção de água tão rápida quanto possível, resultará na diminuição das perdas por esses processos (REES, 1982).

Vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento da forragem, além daquelas consideradas inevitáveis, como respiração celular, decomposição de compostos nitrogenados e oxidação de vitaminas.

As enzimas hidrolíticas e respiratórias presentes nas células das plantas continuam ativas até que condições letais ocorram, ou seja, redução acentuada no conteúdo de água das células. A respiração celular cessa, quando o teor de água da planta atinge valores abaixo de 35 a 40% (REES, 1982; MAcDONALD e CLARK, 1987, MOSER, 1995). Se a planta permanece respirando, ocorrerá perda de carboidratos solúveis de alta digestibilidade, diminuindo assim a qualidade do feno. Outros compostos, como gordura e proteína podem ser usados no processo de respiração quando se esgotam os carboidratos solúveis e a umidade continua elevada.

Da mesma forma, o processo de fermentação pode ocorrer no campo, principalmente se o tempo de secagem for prolongado em função das condições climáticas inadequadas para a secagem (MOSER, 1995).

Durante a secagem, podem ocorrer pequenas perdas de compostos nitrogenados através da conversão da proteína em formas mais simples de NNP solúvel. Assim, o desdobramento da proteína na presença de umidade é muito rápido, e a extensão da degradação é influenciada pelo tempo de secagem (MOSER, 1995).

É importante considerar que durante a secagem e em decorrência da atividade respiratória (que resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis), as concentrações de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e de lignina, que não são afetadas pela respiração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em termos percentuais.

Segundo MOSER (1995) a secagem ao sol diminui os teores das vitaminas A ( $\beta$  caroteno), C e E, em função da oxidação e queima. Todavia, ocorre aumento no conteúdo de vitamina D. É fato reconhecido que a secagem promove diminuição na concentração de compostos tóxicos, como glicosídeos cianogênicos, proteínas solúveis causadoras de timpanismo e de substâncias estrogênicas.

As perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem a campo podem chegar a mais de 30% da MS. O maior percentual da MS perdida é relativo ao conteúdo de compostos solúveis, altamente digestíveis. Os principais fatores que afetam as perdas por lixiviação estão relacionados com a quantidade, intensidade e duração das chuvas. Fatores inerentes à cultura como o conteúdo de água da planta no momento da chuva, maturidade, relação folha/caule, densidade da camada de forragem, espécie forrageira e o tratamento da planta no momento do corte (condicionamento), influenciam acentuadamente as perdas de MS (MOSER, 1995; MAcDONALD e CLARK, 1987).

## 4.2 – Perdas no armazenamento

O recolhimento dos fenos com umidade, acima de 20%, reduz as perdas no campo, diminuindo os riscos de ocorrência de chuvas e as perdas de folhas, principalmente em leguminosas (ROTZ e MUCK, 1994, REIS e RODRIGUES, 1998).

As principais causas de perdas de MS no armazenamento de fenos com alto conteúdo de água estão relacionadas com a continuação da respiração celular, e ao desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras. Em função da respiração celular e do crescimento de microrganismos, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento percentual na porção referente aos constituintes da parede celular, o que resulta em diminuição do VN (REES, 1982).

Deve-se considerar, que a intensa atividade de microrganismos promove aumento na temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65°C e até combustão espontânea. Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55°C são favoráveis a ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard (MOSER, 1995).

A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumento considerável nos teores de NIDA, o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA ocorre com o decréscimo de proteína solúvel e elevação na quantidade de proteína bruta (PB) alterada pelo calor (VAN SOEST, 1994).

As plantas forrageiras em crescimento no campo estão inoculadas, naturalmente, com uma ampla variedade de fungos e bactérias. E segundo REES (1982), a população de fungos de campo, geralmente não causa alterações acentuada na composição química dos fenos, exceto quando a umidade permanece elevada por períodos prolongados.

A população de fungos de campo é menos diversificada do que a registrada no armazenamento dos fenos, sendo que os microrganismos presentes durante este período são xerotolerantes e mais termotolerantes do que os de campo. Neste grupo estão incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Emericella*, *Eurotium* e *Humicola* (KASPERSSON et al., 1984).

De acordo com HLODVERSSON e KASPERSSON (1986) a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo

como *Alternaria*, *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Fusarium*, de maior ocorrência durante o armazenamento.

É importante considerar, que além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos, devido a produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (REIS e RODRIGUES, 1998; MOSER, 1995, ROBERTS, 1995).

Estes fungos produzem toxinas, e a presença de esporos causa uma doença respiratória nos seres humanos, denominada febre do feno. Nos animais, problemas respiratórios não são tão intensos, com exceção dos equinos, que podem ser acometidos por doenças respiratórias e digestivas causadas por fungos.

Cumprе salientar, que a proporção relativa de fungos, bactérias, e de outros microrganismos se altera com o corte, secagem, colheita e armazenamento da forragem, sendo afetadas, principalmente pela umidade e pela temperatura dos fenos.

## **5 – Aditivos para conservação de fenos**

A conservação de fenos enfardados com alta umidade, com baixos níveis de perdas no VN pode ser obtida com a utilização de aditivos que controlam o desenvolvimento de microrganismos (REIS e RODRIGUES, 1992;1998; ROTZ, 1995, MUCK e SHINNES, 2001).

Uma grande variedade de produtos químicos pode ser aplicada em fenos armazenados com alta umidade visando controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se a utilização de diacetato de sódio, ácido propiônico, propionato de amônio, uréia e amônia anidra.

Os produtos químicos podem agir diminuindo a disponibilidade de água e de oxigênio, alterando o pH dos fenos ou destruindo ou inibindo o crescimento dos microrganismos.

Os sais podem ser usados com a finalidade de se reduzir a quantidade de água dos fenos, enquanto adição de CO<sub>2</sub> foi pesquisada como forma de reduzir a disponibilidade de O<sub>2</sub>, mas esse sistema apresenta dificuldades para aplicação prática (MOSER, 1995, ROBERTS, 1995).

O ácido propiônico e outros ácidos orgânicos quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de *actinomicetos* como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores

da febre do feno (COLLINS, 1995). Segundo esse autor produtos químicos a base de ácidos propiônico foram eficientes em prevenir o aquecimento e preservar a qualidade dos fenos de alfafa e de capim coast cross armazenados com alta umidade.

É importante salientar, que estas características foram observadas, principalmente no ácido propiônico parcialmente neutralizado com a amônia.

Dentre as técnicas utilizadas para a conservação de fenos com alta umidade, destaca-se a amonização, através da amônia anidra (MUCK e SHINNES, 2001) ou do uso da uréia como fonte de amônia (REIS e RODRIGUES, 1998).

A amônia atua no controle de fungos, principalmente através da elevação do pH do meio (REIS e RODRIGUES, 1998). Além de sua ação fungistática, a amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentecíveis para os microrganismos do rúmen. Além dos aspectos reportados, é importante ressaltar a incorporação de nitrogênio não protéico na forragem submetida a amonização, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de MS (ROTZ, 1995).

Quanto a composição química da forragem, BONJARDIM et al. (1992) observaram que a amonização não alterou os teores de FDA e de celulose, mas diminuiu os conteúdos de FDN e de hemicelulose e aumentou os de PB, sendo que estas alterações resultaram na elevação da DIVMS dos fenos tratados com 1,5 ou 3,0% de  $\text{NH}_3$ .

É importante salientar que bovinos consumindo fenos de alta qualidade tratados com altas doses de  $\text{NH}_3$  (3,0% da MS) podem apresentar hipersensibilidade, causando danos ao animal e redução no consumo de forragem (COLLINS, 1995).

Além disto, deve-se considerar que o manuseio da  $\text{NH}_3$  requer cuidados especiais, pois o contato deste produto com a pele pode causar queimaduras, e a sua inalação acarreta problemas cardíacos e respiratórios (ROTZ, 1995, MUCK e SHINNES, 2001).

Estudos recentes tem demonstrado a viabilidade de se usar uréia como fonte de amônia para o tratamento de fenos armazenados com alta umidade. O sistema de tratamento é fundamentado no fato, de que a uréia em contato com uma fonte de urease, em um ambiente úmido é hidrolisada, produzindo duas moléculas de amônia e uma de  $\text{CO}_2$  (SUNDSTOL e COXWORTH, 1984).

A utilização de aditivos microbianos tem sido recomendada para acelerar o abaixamento do pH das silagens através da adição de bactéria homofermentativas que aumentam a produção de ácido láctico. Segundo COLLINS (1995), inoculantes bacterianos



podem ser usados para conservar a qualidade de fenos armazenados com alta umidade, contudo a forma de atuação destes aditivos não tem sido claramente definida.

De acordo com ROTZ (1995) inoculantes com poucas cepas de *Lactobacillus* não tem efeito no desenvolvimento de fungos, alterações na cor, aquecimento, perda de MS e mudanças na qualidade de fenos armazenados com alta umidade.

De acordo com Wittenberg et al., citado por REIS e RODRIGUES (1998) a análise visual dos fungos, a presença de material estranho, a identificação das espécies de fungos, são de uso limitado na determinação do valor alimentício dos fenos. Os dados de VN e do valor comercial podem ser melhor determinados através do perfil de nutrientes contidos nos fenos.

## **6 – Considerações Finais**

O processo de fenação permite a obtenção de forragem de alta qualidade, contudo para se atingir este objetivo é necessário o corte e desidratação da forragem na fase vegetativa de crescimento. Nesta situação, muitas vezes em função da ocorrência de chuvas é difícil conciliar o estágio de desenvolvimento da planta, no qual se observa alto valor nutritivo e condições apropriadas para a desidratação a campo. Muitas vezes para contornar os problemas climáticos o produtor opta pôr cortar as plantas no período de menor ocorrência de chuvas, mas com a forragem na fase reprodutiva com elevada proporção de caule, resultando em baixo valor nutritivo. A utilização de equipamentos apropriados, ou seja projetados para o corte e processamento de espécies forrageiras de clima tropical propicia condições adequadas de secagem, minimizando as perdas no campo e no armazenamento. A utilização de desecantes que aceleram a taxa de secagem, bem como o uso de aditivos que evitam o desenvolvimento de microrganismos são técnicas disponíveis que garantem a obtenção de fenos de alto valor nutritivo.

Finalmente, o dimensionamento de equipamentos mais econômicos, compatíveis com a realidade da pecuária nacional é sem dúvida um fator que certamente implementará a utilização da fenação como técnica para aumentar a eficiência do manejo e utilização das pastagens de gramíneas forrageiras de clima tropical.

#### IV – Referências Bibliográficas

- BONJARDIM, S.R.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Avaliação da qualidade dos fenos de gramíneas tropicais armazenados com diferentes níveis de umidade e tratados com amônia. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, Viçosa. v.21,n.5, p. 866-873. 1992.
- COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.1995. p.67-89.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. **Anim. Feed Sci. and Technol.**, Amsterdam, 45(1):35-56.
- HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Anim. Feed Sci. and Technol.**, Amsterdam. v.15, n.2, p.149-165. 1986.
- KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R., PALMGREN, U. et al. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. **Sweedish J. Agric. Res.**, Stockholm. v. 14, n. 1, p. 127-133. 1984.
- MACDONALD, A.D., CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Adv. in Agron.**, Madison. v.41, p. 407-437. 1987.
- McDONALD, P., HENDERSON, N., HERON, S. 1991. The biochemistry of silage. Marlow Bucks. Chalcombe Publications. 340 p.
- MOSER, L.E. 1995. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p.1-19.
- MUCK, R. E. 1996. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: Conference with Dairy and Forage Industries. **Proceedings...** Madison-US,1996. p.43-51.
- MUCK, R.E., PITT, R.E., LEIBENSPERGER, R.Y. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage.1. Microbial characteristics. **Grass Forage Sci.**, Oxford,. 46(3):283-290.
- MUCK, R.E. SCHINNES, K.J. 2001. Conserved forages (silage and hay): Progress and priorities. In. International Grassland Congress. XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753.
- PHILLIP, L.E., FELLNER, V. 1992. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **J. Anim. Sci.**, 70(10):3178-3187,1992.
- PITT, R.E., MUCK, R.E., PICKERIG, N.B. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage.2. Aerobic stability. **Grass Forage Sci.**, Oxford, 46(3)301-312.
- PITT, R.E., PARLANGE J.Y. 1987. Effluent production from silage with application to tower silos. *Transactions of the ASAE* 30: 1198-208.
- RAYMOND, F.; WALTHAM, R. 1996. **Forage Conservation and Feeding**. Farming Press Limited. Wharfedale Road Ipswich, Suffolk. 5° ed. 238 p.
- REES, D.V.H. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. **J. Agric. Eng. Res.**, London. v.27, n.4, p.469-479. 1982.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. Aditivos para a produção de fenos. In: Moura, A.S.A.M.T. et al. (eds). Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu-SP, 1998. **Anais...**, Botucatu:SBZ. 1998. p. 109-152.

- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: Semana de Zootecnia. A interação, solos, pastagens e nutrição animal. XIV. **Anais...**, Fukushima, R. (ed.). Fundação Cargill. Pirassununga. p.77-89. 1992.
- ROBERTS, C.A. 1995. Microbiology of stored forages. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. MOORE, K.J., KRAL, D.M., VINEY, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p.21-38.
- ROTZ, C.A., MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. American Society of Agronomy. p.828-868.
- ROTZ, C.A. Field curing of forages. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p. 39-66.
- RUIZ, R.L., MUNARI, D.P. Microbiologia da silagem. In: *Microbiologia Zootecnica*. Ed. Roca, São Paulo, 1992. p.97-122.
- SUNDSTOL, F., COXWORTH, E.M. 1984. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F. e OWEN, E. **Straw and others fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier Press. p. 196-247.
- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press. 476 p.
- WOOLFORD, M. 1984. **The silage fermentation**. New York. Marcel Dekker. p. 350.